

**KAJIAN PENGARUH *DOPING* Fe PADA $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, MORFOLOGI DAN
SIFAT FERROELEKTRIK**



Disusun oleh :

**RIANA TRI SETYADHANI
M0209044**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains Fisika**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
September, 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Kajian Pengaruh *Doping* Fe pada $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ terhadap
Struktur Mikro, Morfologi dan Sifat Ferroelektrik

Yang ditulis oleh:

Nama : Riana Tri Setyadhani

NIM : M0209044

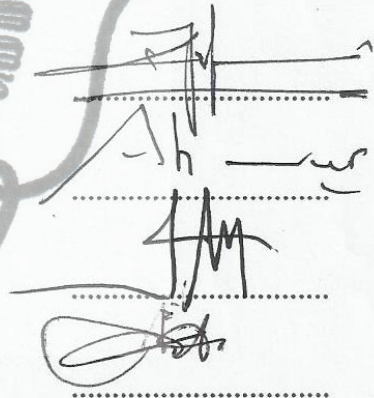
Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Senin

Tanggal : 16 September 2013

Dewan Penguji:

1. Dr. Agus Supriyanto, S.Si, M.Si.
NIP. 19690826 199903 1 001
2. Ahmad Marzuki, S. Si, Ph. D.
NIP. 19680508 199702 1 001
3. Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si.
NIP. 19711227 199702 2 001
4. Anif Jamaluddin, S.Si., M.Si.
NIP. 19800613 201012 1 002

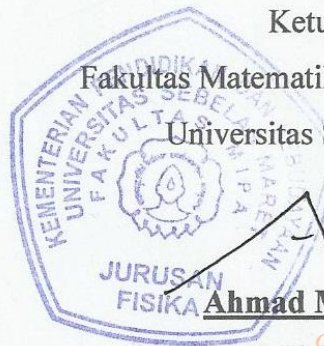


Disahkan oleh

Ketua Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta,




Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.

NIP 19680508 199702 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Kajian Pengaruh *Doping* Fe pada $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ terhadap Struktur Mikro, Morfologi dan Sifat Ferroelektrik**” adalah hasil kerja saya atas arahan pembimbing dan sepengetahuan saya hingga saat ini, isi skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terima kasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 2 September 2013

Riana Tri Setyadhani

NIM M0209044

MOTTO

Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya (QS An Najm : 39)

Sukses dan malas tidak pernah tidur bersama (anonym)



commit to user

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT

Karya yang di-*realease* dengan segenap perjuangan dan kesabaran ini

Kupersembahkan kepada :

Bapak dan Ibu Yoto Waluyo yang sangat ku cintai
Mas Heri dan Mbak Rissa, kakak-kakak kesayangan

Dosen Pembimbing Skripsi & Akademik

Rekan seperjuangan di Laboratorium Material

Teman-teman Seperjuangan COMPTON (Community of Physics Two
Thousand and Nine)

Adik Tingkat Fisika FMIPA UNS dan Seluruh Mahasiswa Fisika

commit to user

**Kajian Pengaruh *Doping* Fe pada $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$
terhadap Struktur Mikro, Morfologi dan Sifat Ferroelektrik**

Riana Tri Setyadhani
Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Riana.setyadhani@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan penumbuhan lapisan tipis $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ dengan metode *Chemical Solution Deposition* (CSD) di atas substrat Pt/Si. Parameter pada penelitian ini adalah persentase material dopan, jumlah mol Ba dan Sr. Perbandingan mol dopan (x) Ba dan Sr dalam $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ adalah 90:10; 80:20; 70:30. Material *doping* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fe, dengan persentase Fe sebesar 1%, 3%, 5%. Sampel dikarakterisasi dengan peralatan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur mikro lapisan tipis, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi lapisan tipis, dan metode Sawyer Tower untuk menentukan kurva histerisis dari lapisan tipis. Hasil pengujian menggunakan XRD menunjukkan bahwa penambahan doping Fe mengakibatkan terjadinya pergeseran sudut difraksi dan perubahan ukuran kristal. Data dari XRD diolah menggunakan software GSAS, sehingga diperoleh parameter kisi dengan nilai $a=b \neq c$ dan sudut $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ pada bidang 101, yang berarti struktur kristal tersebut adalah tetragonal. Hasil pengujian menggunakan SEM menunjukkan batas antarbutir tidak terlihat jelas. Pengujian menggunakan metode *Sawyer Tower* menunjukkan bahwa semua sampel bersifat ferroelektrik dengan munculnya kurva histerisis. Penambahan mol doping Fe^{2+} mengakibatkan medan koersif dan polarisasi remanen yang semakin besar.

Study Effect of *Doping* Fe in $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ Ba1 on microstructure, morphology and properties of Ferroelectric

RIANA TRI SETYADHANI

Physics Department, Faculty of Mathematic and Natural Science
Sebelas Maret University, Surakarta
Riana.setyadhani@gmail.com

ABSTRACT

This research is held by working Chemical Solution Deposition (CSD) method and deposited on Pt/Si to produce $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ thin films. The parameters of the study is the percentage of doping material, the quantity of Ba and Sr. The scales of mole doping (x) of Ba and Sr in $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$, are 90:10; 80:20; 70:30, and the percentages of Fe variant dope are 0%, 1%, 3%, and 5%. Samples were characterized by X-ray diffraction (XRD) to determine the thin film's microstructure, Scanning Electron Microscopy (SEM) to determine the morphology of thin film, and Sawyer Tower method to determine the hysteresis curve of a thin film. Characterization by XRD showed that the addition of Fe doping causes the peak shift and changes the particle size. The data taken from XRD is analyzed by working GSAS, this analyze produce the lattice parameters with each values are $a=b \neq c$ and $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ on 101 orientation, which means the crystal structure is tetragonal. The characterization by working SEM shows that the distance between the grains is not clear. The characterization used Sawyer Tower method shows that all the samples are ferroelectric by the appearance of a hysteresis curve. The addition of Fe^{2+} mole doping resulted coercive field and caused the remnant polarization become greater.

commit to user

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, atas semua limpahan nikmat, rahmat dan karunia Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan umatnya.

Skripsi yang penulis susun sebagai bagian dari syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains ini berjudul “Kajian Pengaruh *Doping* Fe pada $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ terhadap Struktur Mikro, Morfologi dan Sifat Ferroelektrik”. Hasil dan bentuk terselesaikannya skripsi ini merupakan kebahagiaan tersendiri bagi penulis. Skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan berbagai pihak dengan berbagai pengalaman berharga. Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang mendalam kepada:

1. Ketua jurusan Fisika FMIPA UNS
2. Ibu Dr. Yofentina Iriani, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I yang telah memberikan berbagai pengetahuan, ilmu, motivasi, bimbingan serta saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Anif Jamaluddin, S.Si, M.Si., selaku Pembimbing II.
3. Bapak Budi Legowo, selaku Pembimbing Akademik.
4. Bapak, Ibu dosen serta Staff di Jurusan FISIKA FMIPA UNS.
5. Ibu dan Bapak Yoto Waluyo, Mas Heri dan Mbak Rissa atas semua kasih sayang, kesabaran, support dan semuanya.
6. Rekan kerja Laboratorium Material: mbak Dwi, mbak Soka, Tira, mas Nuril, mbak Herlin, mbak Ari, Meisya, Elsa, Nafi'ah, Musta'in, Qudrotun, Retno.
7. Rekan-rekan COMPTON dan Fisika FMIPA UNS, serta Teno Siswono selaku partner yang baik ☺
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan, dengan balasan yang terbaik menurut-Nya. Aamiin ya Allah. Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bisa bermanfaat.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| MOTTO..... | iv |
| PERSEMBAHAN..... | v |
| ABSTRAK | vi |
| ABSTRACT | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR SIMBOL | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Perumusan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Material Ferroelektrik | 5 |
| 2.2. Struktur Perovskite | 6 |
| 2.3. Material Barium Stronsium Titanat (BST) | 7 |
| 2.4. <i>Doping</i> | 8 |
| 2.5. Metode <i>Chemical Solution Deposition</i> | 10 |
| 2.6. X-Ray Diffraction (XRD) | 11 |
| 2.7. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) | 12 |
| 2.8. <i>General Structure Analysis System</i> (GSAS) | 13 |
| 2.9. Metode <i>Sawyer-Tower</i> | 13 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian | 14 |
| 3.2. Alat dan Bahan Penelitian..... | 14 |
| 3.2.1. Alat-Alat Penelitian | 14 |
| 3.2.2. Bahan-Bahan Penelitian | 15 |
| 3.3. Metode Penelitian..... | 15 |
| 3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan | 16 |
| 3.3.2. Pemotongan Substrat | 16 |
| 3.3.3. Pembuatan larutan | 16 |
| 3.3.4. Pembuatan Sampel..... | 16 |
| 3.3.5. Proses <i>Spin Coating</i> | 18 |
| 3.3.6. Proses Pemanasan | 18 |
| 3.3.7. Proses Annealing | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.3.8. Karakterisasi | 19 |
| 3.3.8.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) | 20 |
| 3.3.8.2 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)..... | 20 |
| 3.3.8.3 Metode Sawyer Tower (Uji Kurva Histerisis) | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1. Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{TiO}_3$ <i>Doping</i> Fe | 23 |
| 4.1.1 Karakterisasi Struktur Mikro Lapisan $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 23 |
| 4.1.2 Karakterisasi Struktur Morfologi $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 27 |
| 4.1.3 Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 29 |
| 4.2. Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{TiO}_3$ <i>Doping</i> Fe..... | 31 |
| 4.2.1 Karakterisasi Struktur Mikro Lapisan $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 31 |
| 4.2.2 Karakterisasi Struktur Morfologi $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 35 |
| 4.2.3 Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 37 |
| 4.3. Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{TiO}_3$ <i>Doping</i> Fe..... | 38 |
| 4.3.1. Karakterisasi Struktur Mikro Lapisan $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 39 |
| 4.3.2. Karakterisasi Struktur Morfologi $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 43 |
| 4.3.3. Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 45 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 5.1. Kesimpulan | 47 |
| 5.2. Saran..... | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN..... | 52 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Jari-jari ion Pendadah (<i>Doping</i>) sebagai <i>Soft Doping</i> | 9 |
| Tabel 2.2. Jari-jari ion Pendadah (<i>Doping</i>) sebagai <i>Hard Doping</i> | 9 |
| Tabel 4.1. Difraksi dan FWHM Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 24 |
| Tabel 4.2. Parameter Kisi Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 25 |
| Tabel 4.3. Ketebalan Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,9}\text{Sr}_{0,1}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 29 |
| Tabel 4.4. Sudut Difraksi dan FWHM Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 32 |
| Tabel 4.5. Parameter Kisi Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 33 |
| Tabel 4.6. Ketebalan Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 36 |
| Tabel 4.7. Sudut Difraksi dan FWHM Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 40 |
| Tabel 4.8. Parameter Kisi Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_3$ | 40 |
| Tabel 4.9. Ketebalan Lapisan Tipis $\text{Ba}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Ti}_{1-y}\text{Fe}_y$ | 44 |



DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 1.1. Struktur Perovskite ABO_3 | 2 |
| Gambar 2.1. Kurva Histerisis | 5 |
| Gambar 2.2. Struktur Perovskite BST | 6 |
| Gambar 2.3. Perubahan Parameter Kisi dan Struktur Kristal pada BST | 8 |
| Gambar 2.4. Skema Tahap Proses <i>Spin Coating</i> | 11 |
| Gambar 2.5. Difraksi Sinar-X | 12 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian | 15 |
| Gambar 3.2. Alat Pemotong Substrat | 16 |
| Gambar 3.3. <i>Ultrasonic Cleanser</i> | 16 |
| Gambar 3.4. Bahan Terlarut | 17 |
| Gambar 3.5. Bahan Pelarut | 17 |
| Gambar 3.6. <i>Spin Coater</i> | 18 |
| Gambar 3.7. Hot Plate | 19 |
| Gambar 3.8. Alat Furnace Neytech Qex | 19 |
| Gambar 3.9. XRD Bruker D8 ADVANCE | 20 |
| Gambar 3.10. Alat Uji Kurva Histerisis | 21 |
| Gambar 4.1. Pola Difraksi Lapisan Tipis $Ba_{0,9}Sr_{0,1}Ti_{1-y}Fe_yO_3$ | 23 |
| Gambar 4.2. Hasil <i>Refinement</i> dengan Program GSAS | 26 |
| Gambar 4.3. Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,9}Sr_{0,1}Ti_{1-y}Fe_y$ | 27 |
| Gambar 4.4. <i>Cross Section</i> Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,9}Sr_{0,1}Ti_{1-y}Fe_y$ | 28 |
| Gambar 4.5. Uji Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $Ba_{0,9}Sr_{0,1}Ti_{1-y}Fe_y$ | 29 |
| Gambar 4.6. Pola Difraksi Lapisan Tipis $Ba_{0,8}Sr_{0,2}Ti_{1-y}Fe_yO_3$ | 31 |
| Gambar 4.7. Hasil <i>Refinement</i> dengan Program GSAS | 34 |
| Gambar 4.8. Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,8}Sr_{0,2}Ti_{1-y}Fe_y$ | 35 |
| Gambar 4.9. <i>Cross Section</i> Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,8}Sr_{0,2}Ti_{1-y}Fe_y$ | 36 |
| Gambar 4.10. Uji Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $Ba_{0,8}Sr_{0,2}Ti_{1-y}Fe_y$ | 37 |
| Gambar 4.11. Pola Difraksi Lapisan Tipis $Ba_{0,7}Sr_{0,3}Ti_{1-y}Fe_yO_3$ | 39 |
| Gambar 4.12. Hasil <i>Refinement</i> dengan Program GSAS | 42 |
| Gambar 4.13. Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,7}Sr_{0,3}Ti_{1-y}Fe_y$ | 43 |
| Gambar 4.14. <i>Cross Section</i> Hasil SEM Lapisan Tipis $Ba_{0,7}Sr_{0,3}Ti_{1-y}Fe_y$ | 44 |
| Gambar 4.15. Uji Karakterisasi Kurva Histerisis Sampel $Ba_{0,7}Sr_{0,3}Ti_{1-y}Fe_y$ | 45 |

DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|-------------|----------------------------|------------------------|
| $^{\circ}C$ | Suhu | Derajat <i>celcius</i> |
| M | Molaritas | M |
| n | Bilangan bulat (1,2,3,...) | |
| d | Jarak atom antar kristal | Meter |
| λ | Panjang Gelombang | Meter |
| θ | Sudut difraksi | Derajat |
| μ | Momen dipole listrik | Coulomb meter |
| q_i | Muatan | Coulomb |
| r_i | Jarak antar muatan | Meter |
| P | Polarisasi | C/cm ² |
| P_s | Polarisasi Spontan | C/cm ² |
| E_c | Medan Koersif | V/meter |
| r | Jari-jari atom | Å |
| B | FWHM | Radian |
| t | Ukuran Kristal | Nm |

commit to user

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1 ICDD Database | 52 |
| Lampiran 2 Hasil <i>Refinement</i> GSAS | 53 |
| Lampiran 3 FWHM Hasil Olahan Origin | 59 |
| Lampiran 4 Perhitungan <i>Ukuran kristal</i> | 61 |

